

Анализ структуры различных бентонитов и возможности их использования в качестве сорбентов нефтепродуктов. Analysis of the structure of different bentonites and possibility of its using as sorbents of petroleum products

Корнев В. А.¹, Рыбаков Ю. Н.²

¹Корнев Виталий Анатольевич / Kornev Vitaly Anatol'evich - кандидат химических наук, доцент,
старший научный сотрудник;

²Рыбаков Юрий Николаевич / Rybakov Jurij Nikolaevich - кандидат технических наук, старший научный сотрудник,
начальник 23 отдела;
23 отдел ФАУ,

25 ГосНИИ химмотологии Минобороны России, г. Москва

Аннотация: существует проблема периодического загрязнения окружающей среды нефтепродуктами. Продолжается поиск новых и совершенствование используемых сорбентов минеральной природы типа бентонита. Показаны различия химического состава, структуры и сорбционных свойств бентонитов различных регионов. Перспективно освоение бентонитов в качестве сорбентов пролива топлива и масел.

Abstract: there is problem of environmental pollution loads by petroleum products. The search continues for new and improving sorbents used mineral nature such as bentonite. It's shown difference in chemical composition, structure and sorption properties of bentonite from different regions. Promising bentonite development as sorbent of fuels and oils.

Ключевые слова: порошкообразные сорбенты для нефтепродуктов, бентонит, химический состав, структура, монтмориллонит, адсорбционные свойства.

Keywords: powdered sorbents for petroleum products, bentonite, chemical composition, structure, fullerene, montmorillonite, adsorption properties.

Различия в минеральном составе бентонитов и в структурных и кристаллохимических особенностях порообразующего монтмориллонита порождают различия и в физических свойствах бентонитов разных природных месторождений. При всех различиях именно монтмориллонит ($Al_2O_3 \cdot 4SiO_2 \cdot H_2O$) является основой всех бентонитов.

Минерал монтмориллонит впервые был обнаружен в 30-х годах XX века в окрестностях города Монтмориллон, Франция, с чем и связано название минерала. Впоследствии выяснилось, что минералы монтмориллонитовой группы (сметилы) имеются и в других странах Земного шара, а при содержании 85-90 % и выше монтмориллонита обладают практически всеми свойствами наноразмерных частиц, чего нельзя сказать об этих же глинах с содержанием порядка 70-75 % монтмориллонита. Породы, содержащие менее 70 % монтмориллонита, принято считать монтмориллонит содержащими или бентонитоподобными [1].

В основе строения монтмориллонитовых глинистых минералов две структурные единицы: октаэдрическая сетки металлоксидов и сетка кремнекислородных тетраэдров (рис. 1).

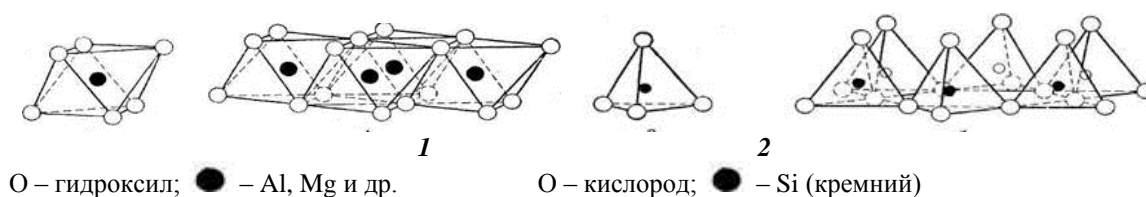


Рис. 1. Структурные единицы строения глинистых минералов на основе монтмориллонита
1 – октаэдрическая сетка; 2 – сетка кремнекислородных тетраэдров

В первой структуре атомы алюминия, магния или железа равноудалены от шести атомов кислорода или гидроксидов. Во второй структуре в каждом тетраэдре атом кремния одинаково удален от четырех атомов кислорода. Переплетаясь сложным образом, обе структурные единицы образуют единую структуру монтмориллонита (рис. 2).

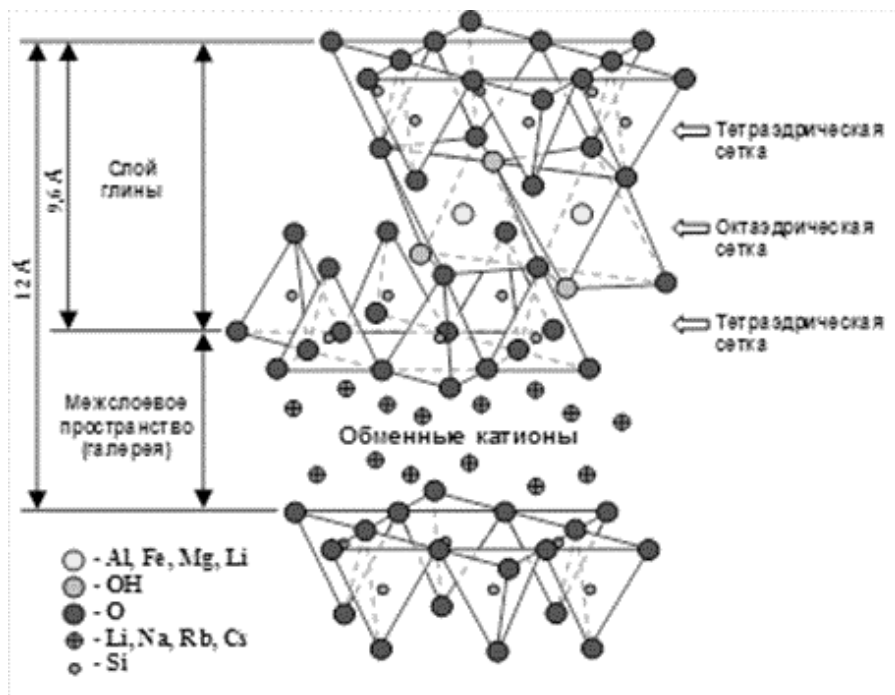


Рис. 2. Структура частиц монтмориллонитовой глины

Как видно на рис. 2, в структуре монтмориллонита имеется межслоевое пространство, в котором сосредоточены обменные катионы, что является физической и физико-химической основой сорбционной активности бентонитовых глинистых пород [2-4].

Чем больше в породе монтмориллонита, тем выше ее дисперсность. В качестве примесей монтмориллонитовая структура содержит смешанные минералы и гидрослюда, каолинит, цеолиты, полевой шпат (табл. 1).

Таблица 1. Типичный минеральный состав бентонитов различного происхождения

Генетический тип	Вид и содержание монтмориллонита, %		Примеси		
	щелочно й	щелочно-земельный	каолин ит	гидрослюда	Смешанно-слоистые образования
Гидротермально-метасоматический	85	-	5	5	5
Вулканогенно-осадочный	-	65	5-15	5-10	5-10
Терригенно-коллоидно-осадочный	-	65	15	10	10
Элювиальный	-	70	10	5	15

Из табл. 1 следует, что наименьшее содержание монтмориллонита у терригенно-колоидно-осадочной породы, также у вулканогенно-осадочной породы. Эти породы, строго говоря, следовало бы называть бентонитоподобными, а не бентонитами.

Плотность бентонитов изменяется составляет от 2,66 до 2,84 г/см³, постепенно увеличиваясь от гидротермально-метасоматических до элювиальных, что связано с увеличением содержания железа.

По гранулярному составу основная масса бентонитов в разных регионах состоит из мелкопелитовых (обломочных) частиц. Средневзвешенное содержание их постепенно уменьшается от бентонитов гидротермального к элювиальному типам (табл. 2).

Таблица 2. Физические свойства бентонитов

Генетический тип	Содержание	Пористость,	Набухаемость,
------------------	------------	-------------	---------------

	мелкопелитов, %	%	1 x N, раз
Гидротермально-метасоматический	62	33	13
Вулканоогенно-осадочный	57	34	8
Терригенно- и коллоидно-осадочный	50	32	6
Элювиальный	40	44	3

Так, более тонкодисперсными месторождения с наибольшим содержанием мелкопеллитовых частиц являются гидротермальные или гидротермально-метасоматические, а наименьшим - элювиальные бентониты. Содержание предколлоидных и коллоидных частиц, в общем, подчеркивает отмеченную закономерность – уменьшение содержания их в бентонитах названных генетических типов. Наиболее качественные бентониты натриевого, щелочного и смешанного состава, по сравнению со щелочноземельными, содержат в 1,5 раза больше коллоидных частиц. Алевритовые зерна в среднем для всех типов бентонитов не превышают 15 %, а песчаные – 4 % массы породы. Это позволяет отнести бентониты к слабоалевритовым и тонкодисперсным природным материалам [5].

Пористость различных в генетическом отношении бентонитов неодинакова. Она отображает колебания гранулярного и минерального составов пород. Там, где больше содержится мелкопеллитовых частиц, всегда больше породообразующего монтмориллонита, и в соответствии с этим изменяется пористость (табл. 2). В рассматриваемом случае наибольшая пористость присуща элювиальным бентонитам. Близкими значениями пористости характеризуются осадочные и вулканоогенно-осадочные бентониты. Гидротермальные бентониты обладают сопоставимой пористостью с осадочными бентонитами.

Важной характеристикой бентонитов является набухаемость, основанная на том, что кристаллическая решетка монтмориллонита проявляет способность к расширению в присутствии жидкости. Наибольшее значение набухаемости характерно для гидротермальных бентонитов, наименьшее для элювиальных (табл. 2). Набухаемость напрямую связана со способностью порошкообразного минерала поглощать жидкие среды, то есть сорбировать жидкие продукты.

Высокие емкостные и сорбционные свойства смектитов определяются очень большой дисперсностью и дефективностью структуры, увеличивающей эффект дисперсности за счет возрастания количества активных центров.

Монтмориллонит относится к классу слоистых силикатов с расширяющейся структурной ячейкой и имеет первичные плоскопараллельные поры переменной толщины порядка 0,1–0,8 нм. Кристаллиты монтмориллонита характеризуются вторичными мезопорами размером 7–30 нм. Конкретный размер этих пор зависит от вида сорбируемого вещества и условий сорбции.

Таким образом, минералы группы монтмориллонитов – бентониты представляют большой научный и практический интерес по их дальнейшему исследованию и практическому использованию с целью сбора проливов на территориях перекачивания и хранения нефтепродуктов.

Литература

1. Кирсанов Н. В., Ратеев М. А., Сабитов А. А. Генетические типы и закономерности распространения месторождений бентонитов в СССР // М. : Недра, 1981, 214 с.
2. Корнев В. А., Рыбаков Ю. Н., Чириков С. И. Сравнительная оценка структуры частиц и адсорбционных свойств шунгита и бентонита // Вестник науки и образования, 2015, № 9 (11), с. 20-23.
3. Корнев В. А., Рыбаков Ю. Н. Минеральные порошкообразные сорбенты типа бентонита для устранения разливов жидких нефтепродуктов в зонах перекачивания и хранения топлива // Проблемы современной науки и образования, 2015, № 12 (42), с. 79-83.
4. Корнев В. А., Рыбаков Ю. Н. Природные минеральные сорбенты типа шунгита и бентонита для сбора проливов в зонах перекачивания и хранения нефтепродуктов // Сборник статей XLI Международной научно-практической конференции «Научная дискуссия: вопросы технических наук», М., Изд. «Интернаука», 2015, № 12 (30), с. 115-121.
5. Осипов В. И., Соколова В. Н., Румянцева Н. А. Микроструктура глинистых пород // М.: Недра, 1989, 211 с.